

א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים
מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016
מספר השאלון: 656,036201
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פיזיקה מכניקה, אופטיקה וגלים

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי (150 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
- | | | | | | | |
|-----------|---|---------------|---|---------------------------|---|------------|
| פרק ראשון | — | מכניקה | — | 25×3 | — | 75 נקודות |
| פרק שני | — | אופטיקה וגלים | — | $12 \frac{1}{2} \times 2$ | — | 25 נקודות |
| | — | | — | סה"כ | — | 100 נקודות |
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
 - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
 - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
 - (4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.
 - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון – מכניקה (75 נקודות)

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

(לכל שאלה – 25 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. שמעון והחתול שלו משחקים: שמעון הודף עכבר צעצוע על הרצפה. הצעצוע נע לאורך קו ישר מהנקודה A לכיוון הנקודה B (ראה תרשים). באותו רגע החתול מתחיל לרוץ מאותה הנקודה ולאותו כיוון. יש להזניח את התנגדות האוויר.



- החתול האיץ ממנוחה בתאוצה קבועה של $1 \frac{m}{s^2}$. לאחר 2 שניות הוא המשיך במהירות קבועה במשך 5 שניות נוספות, ובמהלך שנייה אחת נוספת הוא האט בקצב קבוע עד עצירתו בנקודה B. סרטט במחברתך גרף של מהירות החתול כפונקציה של הזמן. (6 נקודות)
- א. חשב את המרחק של הנקודה B מהנקודה A. (4 נקודות)

- לאחר ששמעון הקנה לצעצוע מהירות התחלתית בנקודה A, הצעצוע הגיע לנקודה B שנייה וחצי לפני שהגיע לשם החתול. מקדם החיכוך μ בין הצעצוע לרצפה קבוע. חשב את המהירות ההתחלתית של הצעצוע. (4 נקודות)
- ד. סרטט במחברתך את תרשים הכוחות הפועלים על הצעצוע, וחשב את μ . (6 נקודות)

- בפעם אחרת חזר שמעון על המשחק והקנה לצעצוע את אותה המהירות התחלתית. הפעם מקדם החיכוך μ' בין הצעצוע לרצפה גדול פי 2. ($\mu' = 2\mu$). קבע באיזה מן הגדלים 1-4 שלפניך לא חל שינוי בתנועת הצעצוע. נמק את קביעתך.

1. התאוצה
2. הזמן עד העצירה
3. המרחק עד העצירה
4. המהירות הממוצעת

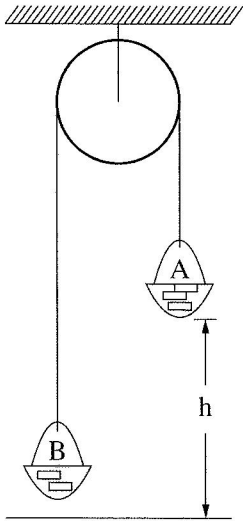
(5 נקודות)

2. לפניך שני קטעים (קטע א וקטע ב) של דוח מעבדה שהגיש צוות תלמידים. עליך לקרוא כל אחד מן הקטעים ולענות על סעיפי השאלה שאחרי כל קטע.

- קטע א -

נושא הניסוי: יישום החוק השני של ניוטון

בתרשים מוצגת מערכת ("מכונת אטווד") המורכבת מגלגלת מקובעת לתקרה, ועליה כרוך חוט. בשני קצות החוט קשורים סלים A ו- B, ובתוכם מונחות משקולות. מסת הסל A עם המשקולות שבתוכו היא m_A , ומסת הסל B עם המשקולות שבתוכו היא m_B . הסל A (הכבד יותר) נמצא בגובה h מעל הרצפה (ראה תרשים). הסלים יכולים לנוע מעלה ומטה.



במערכת זו מסת החוט והגלגלת וכל כוחות החיכוך זניחים.

במהלך הניסוי משחררים את המערכת ממנוחה. באמצעות שערן עצר מודדים את זמן התנועה t של המערכת מרגע שחרורה ועד פגיעת הסל A ברצפה. על פי מדידת הגובה והזמן מחשבים את התאוצה a של הסל A.

ניסוי 1

מטרת הניסוי: לאמת את ההשערה שהסל A יורד בתאוצה קבועה.

מהלך הניסוי: שחררנו את הסל A כמה פעמים, בכל פעם מגובה אחר, בלי לשנות את מסות הסלים. אחר כך חישבנו את התאוצה a . התוצאות והחישובים של שלוש מדידות מוצגים בטבלה.

h (m)	t (s)	a ($\frac{m}{s^2}$)
0.5	1.01	0.98
1	1.40	1.02
1.5	1.72	1.01

- א. הסבר בקצרה מדוע על פי חוקי ניוטון נכון להניח שהסל A יורד בתאוצה קבועה. בתשובתך על סעיף זה אין להתבסס על תוצאות המדידות. (4 נקודות)
- ב. הראה כיצד חישבו התלמידים את התאוצה בניסוי זה. (3 נקודות)
- ג. קבע אם הממצאים המוצגים בטבלה אכן מבססים את ההשערה שהסל A יורד בתאוצה קבועה. נמק את קביעתך. (3 נקודות)

(שים לב: המשך סעיפי השאלה בעמוד הבא)

-קטע ב-

ניסוי 2

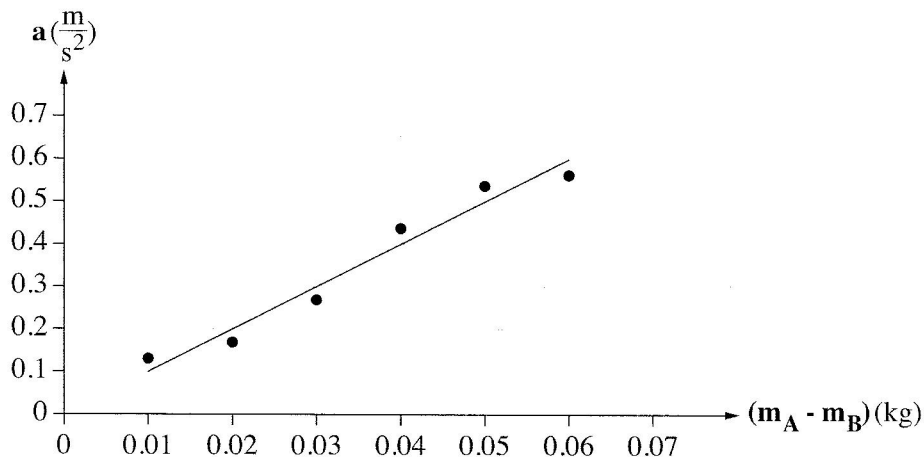
מטרת הניסוי: בדיקת התלות של התאוצה בהפרש המסות של הסלים, בעוד המסה הכוללת של

המערכת נשארת קבועה.

מהלך הניסוי: חזרנו על מדידת זמן התנועה כמה פעמים, ובכל פעם העברנו משקולת

מהסל B לסל A.

תוצאות המדידות וקו המגמה מוצגים להלן.



ז. סרטט במחברתך את תרשימים הכוחות הפועלים על כל אחד מן הסלים. כתוב ליד כל כוח

את שמו. (4 נקודות)

ה. התבסס על חוקי ניוטון, ופתח משוואה המקשרת בין התאוצה ובין הפרש המסות של הסלים.

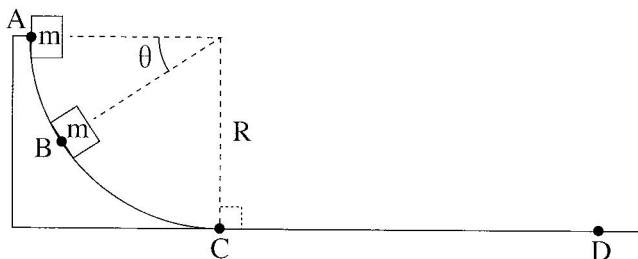
(6 נקודות)

ו. על פי הגרף שבקטע ב והמשוואה שפיתחת בסעיף ה, חשב את המסה הכוללת

$(m_A + m_B)$ של הסלים במערכת. פרט את חישוביך. (5 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

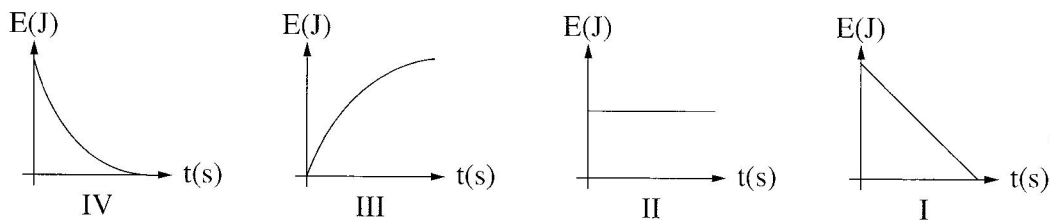
3. גוף שמסתו m משוחרר ממנוחה בנקודה A, והוא נע לאורך מסלול ABCD (ראה תרשים). הקטע ABC חלק וצורתו רבע מעגל שרדיוסו R. הקטע CD הוא מישור מחוספס. יש להזניח את התנגדות האוויר.



ענה על סעיפים א-ג באמצעות הפרמטרים R , m , g , θ (כולם או חלקם).

- א. בטא את מהירותו של הגוף בנקודה B. (6 נקודות)
 ב. בטא את התאוצה הרדיאלית של הגוף בנקודה B. (3 נקודות)
 ג. בטא את התאוצה המשיקית של הגוף בנקודה B. (5 נקודות)
- לאחר שהגוף עבר בנקודה C הוא נע בתאוצה קבועה עד שנעצר בנקודה D.
 נתון: מרחק העצירה $CD = 2R$.
- ד. השתמש בשיקולי אנרגיה וחשב את מקדם החיכוך בין הגוף למישור המחוספס. (6 נקודות)

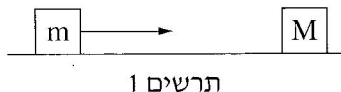
לפניך ארבעה גרפים המתארים אנרגיה מכנית כפונקציה של הזמן.



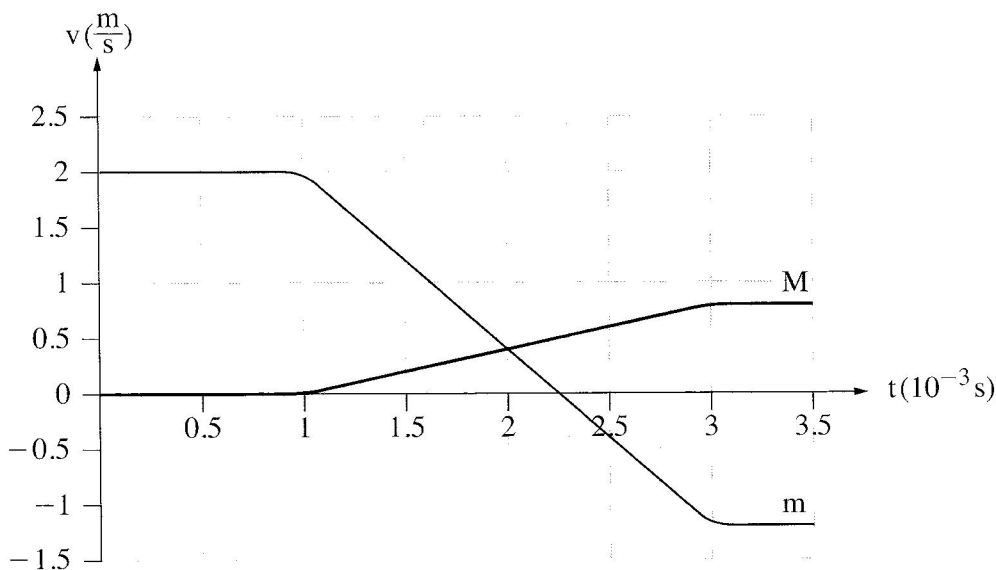
- ה. (1) קבע איזה מן הגרפים I-IV מתאר נכון את האנרגיה המכנית של הגוף כפונקציה של הזמן, בקטע ABC.
 (2) קבע איזה מן הגרפים I-IV מתאר נכון את האנרגיה המכנית של הגוף כפונקציה של הזמן, בקטע CD.
 נמק כל אחת משתי הקביעות.

(5 נקודות)

4. תיבה שמסתה $m = 0.5\text{kg}$ נעה על משטח אופקי חלק לכיוון תיבה שמסתה M שנמצאת במנוחה (ראה תרשים 1).



שתי התיבות התנגשו והתנגשות אלסטית (לחלוטין).
 בגרף שלפניך מוצגות המהירויות של שתי התיבות כפונקציה של הזמן.
שים לב: הזמן בגרף נתון באלפיות שנייה.



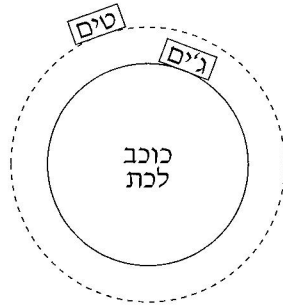
תרשים 2

על פי הגרף ענה על הסעיפים האלה:

- א. תאר במילים את תנועתה של התיבה m בפרק הזמן המתואר בגרף. (3 נקודות)
- ב. חשב את מסת התיבה M . (5 נקודות)
- ג. חשב את הכוח השקול הממוצע שפעל על התיבה M בזמן ההתנגשות. (5 נקודות)
- ד. בגרף אפשר לראות שבזמן ההתנגשות, השיפועים של שתי העקומות שונים זה מזה בגודל ובסימן. התבסס על חוקי ניוטון והסבר שוני זה. (5 נקודות)
- ה. הוכח שההתנגשות הייתה אלסטית (לחלוטין). (4 נקודות)
- ו. החליפו את התיבה שמסתה M בתיבה אחרת שמסתה M' . ההתנגשות בין התיבות נשארה התנגשות אלסטית (לחלוטין). חשב מה צריך להיות הערך המרבי של מסת התיבה M' , כדי שתיבה m לא תשנה את כיוון תנועתה אחרי ההתנגשות.

(3 נקודות)

5. בתרחיש דמיוני, שני אסטרונאוטים טים וג'ים חקרו כוכב לכת שלא נע סביב צירו. טים ישב על כיסא בתוך מעבורת שהקיפה את כוכב הלכת במסלול מעגלי במנוע כבוי. ג'ים ישב על כיסא בתוך רכב חלל שעמד על פני כוכב הלכת (ראה תרשים). לשני האסטרונאוטים מסה זהה $m = 100\text{kg}$.



- א. קבע מיהו האסטרונאוט שהפעיל על כיסאו כוח גדול יותר: טים או ג'ים? נמק בלי חישוב. (6 נקודות)

על הרצפה של רכב החלל שעמד על פני כוכב הלכת הותקן מד-משקל. כאשר ג'ים עמד עליו, הוריית המד-משקל הייתה 2000N .

- ג'ים התחיל בנסיעה לאורך מסלול מעגלי על קו המשווה של כוכב הלכת. הוא הבחין שככל שהגביר את מהירותו, כך קטנה הוריית המד-משקל.
- ב. הסבר מדוע קטנה הוריית המד-משקל. (3 נקודות)

נתון: כאשר הגיע רכב החלל למהירות של $v = 1.25 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, הייתה הוריית המד-משקל 980N .

- ג. חשב את הרדיוס של כוכב הלכת. (6 נקודות)
- ד. חשב את מסתו של כוכב הלכת. (6 נקודות)
- ה. תאוצת המעבורת שהקיפה את כוכב הלכת בתנועה מעגלית קצובה הייתה a . נסמן ב- g^* את תאוצת הכובד בגובה שבו סובבת המעבורת סביב כוכב הלכת. קבע איזה מן ההיגדים 1-3 שלפניך נכון. נמק קביעתך.

1. $a > g^*$

2. $a = g^*$

3. $a < g^*$

(4 נקודות)

פרק שני — אופטיקה וגלים (25 נקודות)

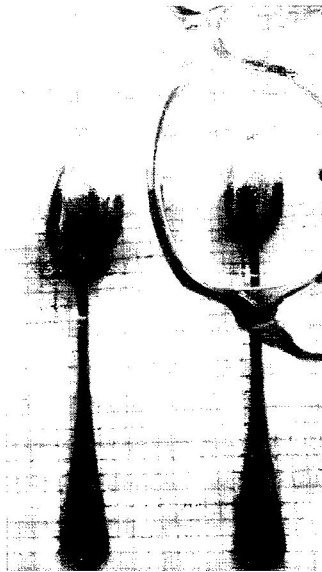
ענה על שתיים מן השאלות 6-8.

(לכל שאלה — $12\frac{1}{2}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

6. תלמידה רצתה לבדוק את סוג העדשות במשקפיים של דודתה.

לשם כך הניחה התלמידה שתי כפיות זהות על השולחן, והניחה עדשה של המשקפיים מעל אחת הכפיות.

בתרשים שלפניך נראה תצלום הכפיות והמשקפיים שצילמה התלמידה.



א. בכל אחת מן האפשרויות (1)-(3) שלפניך, קבע מהו המאפיין הנכון של דמות הכפית

הנראית מבעד לעדשה:

(1) ישרה או הפוכה.

(2) ממשית או מדומה.

(3) מוגדלת או מוקטנת.

(נקודה אחת)

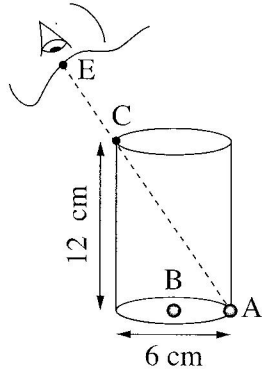
ב. האם העדשה מרכזת או מפזרת? נמק את תשובתך. (2 נקודות)

- ג. מצא את דמות הכפית באמצעות סרטוט מדויק של מהלך שלוש קרניים.
נתון: רוחק מוקד העדשה $|f| = 12 \text{ cm}$, מרחק העצם מהעדשה 6 cm ,
גובה העצם 3 cm .
בסרטוט השתמש בקנה מידה של $1 \text{ cm} = 1 \text{ ס"מ}$.
(5 נקודות)

- ד. חשב באמצעות נוסחאות את גובה הדמות ואת מרחקה מהעדשה.
האם תוצאות החישוב מתאימות לאותם ערכים שהתקבלו בסרטוט?
($4\frac{1}{2}$ נקודות)

/המשך בעמוד 10/

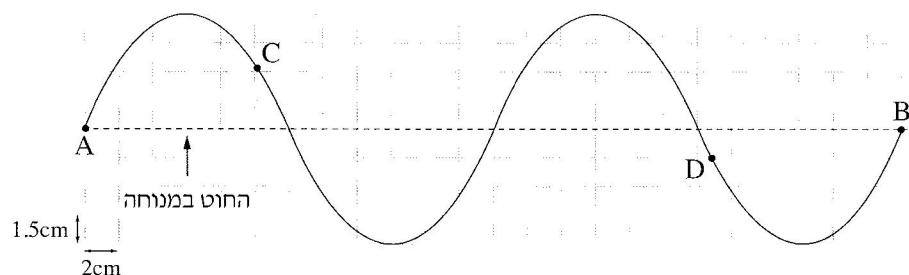
7. בתרשים שלפניך מוצג כלי ריק שצורתו גליל. גובה הכלי 12 cm וקוטרו 6 cm. בתחתית הכלי מונחים שני חרוזים קטנים מאוד: חרוז A צמוד לדופן הכלי וחרוז B במרכז התחתית של הכלי.



- תלמיד הביט אל תוך הכלי בכיוון EC (הנקודה C נמצאת על שפת הכלי). כאשר הכלי היה ריק התלמיד ראה את חרוז A בלבד. מילאו את הכלי עד שפתו בנוזל שקוף. התלמיד הסתכל באותו כיוון וראה את חרוז B בלבד.
- א. העתק את תרשים הכלי והעין למחברתך בלי הקו המקווקו. הוסף לתרשים שבמחברתך קרן אור שמגיעה מחרוז B, עוברת בתוך הנוזל אל נקודה C ומגיעה לעין התלמיד.
- סמן בתרשים שבמחברתך את זווית הפגיעה (α) ואת זווית השבירה (β) במעבר של קרן האור מהנוזל לאוויר.
- (4 נקודות)
- ב. חשב את מקדם השבירה של הנוזל. (4 נקודות)
- ג. קבע אם חרוז B נראה לתלמיד בעומק האמיתי שהוא היה בו, גבוה יותר או נמוך יותר. נמק את קביעתך באמצעות סרטוט תרשים נוסף של הכלי ומהלך הקרניים. (4½ נקודות)

8. בתרשים שלפניך מוצג גל מחזורי שמתקדם לאורך חוט מתוח. הגל נוצר בקצה A ומתקדם במשך

עשירית שנייה עד לקצה B הקשור לקיר. ממדי כל משבצת בתרשים $1.5 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$.



א. היעזר בתרשים ומצא את הגדלים האלה:

(1) משרעת (אמפליטודת) הגל

(2) תדירות הגל

(3) אורך הגל

(4) מהירות הגל

(4 נקודות)

ב. על החוט שבתרשים מסומנות שתי נקודות C ו-D. קבע את כיוון התנועה של כל אחת משתי הנקודות ברגע המתואר בתרשים (מעלה / מטה / ימינה / שמאלה).

(2 נקודות)

ג. מהו התנאי להיווצרות גל עומד? (2 נקודות)

ד. מה צריך להיות זמן המחזור של הגל, כדי שעל אותו החוט ייווצר גל עומד שיש לו

שתי נקודות טבור (קמר)? $(4\frac{1}{2}$ נקודות)

בהצלחה!